PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA REALIZACIÓN DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL MULTIVISTA, ESCENAS 3D y ORTOFOTOS VERDADERAS de 5cm de las LOCALIDADES CON MÁS DE 15.000 HABITANTES DEL PAÍS VASCO (2026).

ÍNDICE:

1. OBJETO Y CARACTERÍSTICAS GENERALES 2
2. VUELO FOTOGRAMÉTRICO DE 5CM 3
3. APOYO DE CAMPO Y AEROTRIANGULACIÓN 4
4. GENERACIÓN DEL MDE 4
5. ORTOFOTOS 5
6. ESCENARIOS 3D 7
7. ENTREGAS Y PLAZOS 7

ANEXO I: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL VUELO FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL MULTIVISTA, ORTOFOTOGRAFÍAS VERDADERAS Y ESCENARIOS 3D DE LAS LOCALIDADES CON MÁS DE 15.000 HABITANTES DEL PAÍS VASCO (2026). 12

Este documento es una representación del documento original electrónico, verificable en la **sede electrónica** mediante el **localizador** indicado al pie de página.
Dokumentu hau jatorrizko dokumentu elektronikoaren irudikapen bat da, **egoitza elektronikoan** egiaztagarria, orri-oinean adierazitako **lokalizatzailearen** bidez.

LOKALIZATZAILEA / LOCALIZADOR: J0D0Z-T7ZX6-CYAT
EGOITZA ELEKTRONIKOA / SEDE ELECTRÓNICA: https://euskadi.eus/lokalizatzailea / https://euskadi.eus/localizador
SINATZAILE / FIRMANTE: DOMINGO JULIAN GUTIERREZ ROBLEDO | 2026/03/18 18:44:15

1. OBJETO Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

El objeto del siguiente Pliego de Prescripciones Técnicas es la definición de las condiciones y de los trabajos a realizar, correspondientes al vuelo fotogramétrico digital multivista con GSD de 5cm y la generación de productos avanzados derivados del vuelo, como son ortofotos verdaderas y escenas 3D para el año 2026, en el ámbito de las localidades con más de 15.000 habitantes del País Vasco: Gran Bilbao (Algorta, Areeta / Las Arenas, Santurtzi, Portugalete, Sestao, Barakaldo, Bilbao, Arizgoiti, Kurtzea), Amorebieta, Durango, Bermeo, Gernika-Lumo, Ermua, Eibar, Arrasate / Mondragón, Zarautz, Hernani, Errenteria, Donostia-San Sebastián, Irun, Laudio / Llodio y Vitoria-Gasteiz.

Los trabajos, de forma general, son los que siguen:

- Vuelo fotogramétrico.
- Realización del apoyo de campo y la aerotriangulación.
- Generación de los pertinentes Modelos Digitales del Terreno para poder abordar correctamente la posterior ortorrectificación del vuelo fotogramétrico y los escenarios 3D.
- Realización de la ortofotografía verdadera RGB+Ir de 5 cm del año 2026 de cada uno de los ámbitos.
- Generación de los escenarios 3D hiperrealistas de cada uno de los entornos objeto del trabajo
- Grabación de archivos y documentación.

Todos los trabajos se llevarán a cabo bajo la supervisión del **Servicio de Información Territorial del Gobierno Vasco, que realizará la función de Dirección Técnica**, y deberán ser consensuados y aprobados por ésta.

Se realizará un **control de calidad externo** del vuelo fotogramétrico, para comprobar que todos los trabajos y productos a entregar cumplen con las especificaciones técnicas PNOA y las propias de este Pliego, de forma que la empresa deberá subsanar las deficiencias encontradas en el plazo establecido.

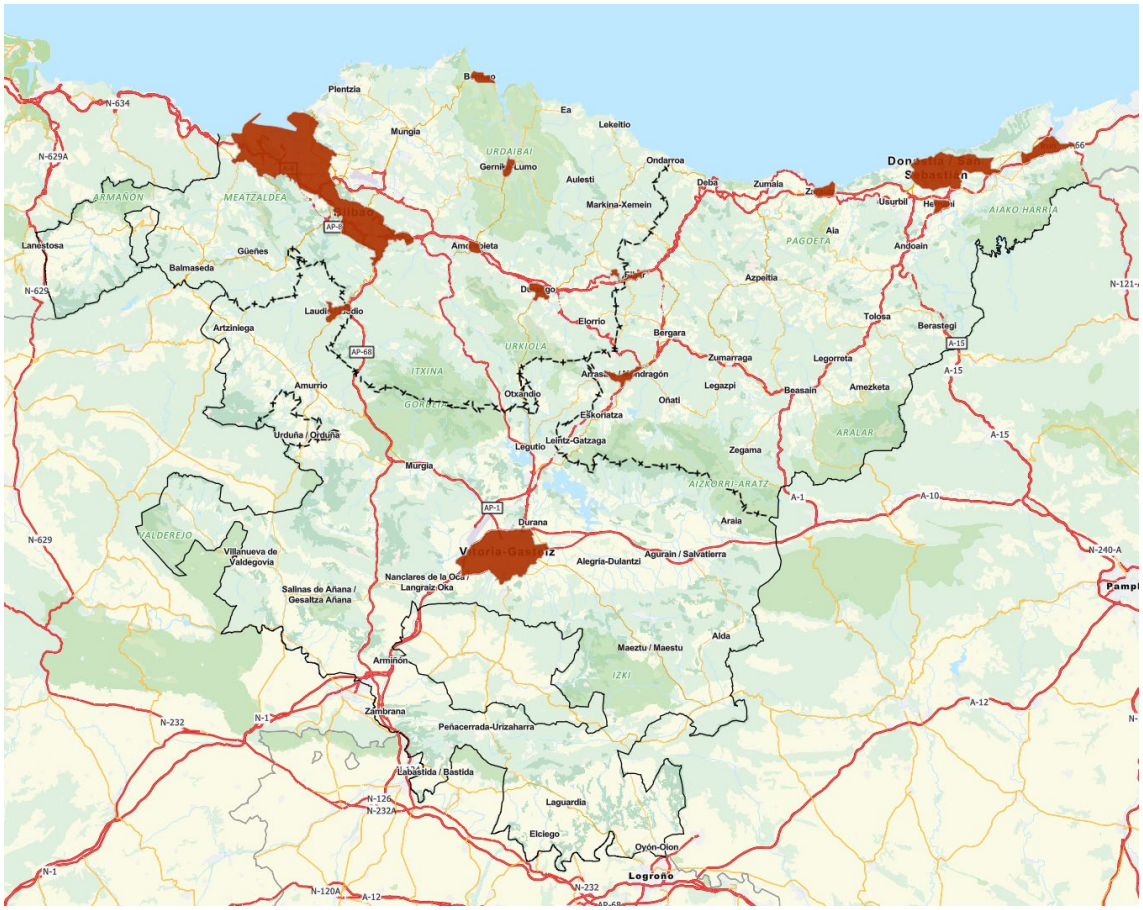
La empresa adjudicataria realizará las **entregas parciales** que determine la Dirección Técnica, de forma que se puedan ir efectuando paralelamente las tareas de control de calidad externo, y se puedan avanzar las tareas de difusión de los vuelos y postproceso para generar las ortofotografías y Modelos Digitales correspondientes.

El trabajo se realizará en el **Sistema Geodésico de Referencia ETRS89**, adoptado como sistema oficial en España por el *Real Decreto 1071/2007 del 27 de julio*. Este sistema de referencia está materializado en la Comunidad Autónoma del País Vasco por la Red GPS/GNSS de Euskadi. El sistema de referencia altimétrico será el nivel medio del mar en el mareógrafo de Alicante. Para la transformación de altitudes elipsoidales a ortométricas se utilizará el modelo de geoide EGM2008-REDNAP (adaptación del geoide mundial EGM08 a España) que suministra el Instituto Geográfico Nacional.

Los ámbitos que se han de volar se encuentran disponibles en formato *Shapefile* en esta *url*:

https://www.geo.euskadi.eus/cartografia/DatosDescarga/Documentacion/Ambito_3C_oblicuo_2026/Ambito_3C_oblicuo_2026.zip

Puede verse la localización de las zonas a volar desde este gráfico:



Las especificaciones de los procesos a ejecutar y los productos a entregar están detallados en el Anexo I:

- **ANEXO I: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA VUELO FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL MULTIVISTA, ORTOFOTOGRAFÍAS VERDADERAS Y ESCENARIOS 3D DE LAS LOCALIDADES CON MÁS DE 15.000 HABITANTES DEL PAÍS VASCO (2026)**

En caso de que existiese alguna duda de interpretación de alguno de los apartados, se consultará previamente con la Dirección Técnica.

2. VUELO FOTOGRAMÉTRICO DE 5CM

Se deberá realizar **un vuelo fotogramétrico digital multivista completo (RGB+IR)** para obtener la cobertura de fotografía aérea del ámbito descrito en el apartado anterior en el año 2026.

El equipo fotogramétrico utilizado para la obtención de las imágenes debe estar formado por un sistema fotogramétrico integrado, que garantice la adquisición de una toma nadiral con resolución de 5 cm, junto con otras imágenes oblicuas de capturas simultáneas a la nadiral orientadas a los 4 puntos cardinales, con una resolución central similar a la nadiral.

El equipo debe constar de un sistema multicámara provisto, como mínimo, de una cámara cenital para imágenes verticales y de cuatro cámaras para las fotografías oblicuas de ángulo cercano a 45º respecto a la nadiral, coincidiendo con las orientaciones norte, este, sur y oeste. La focal y campo de visión en las tomas tiene que garantizar una configuración óptima para el uso de los fotogramas en la generación de modelos 3D hiperrealísticos y ortofotografías verdaderas de cada una de las localidades que definen el entorno de trabajo.

El **GSD medio del vuelo será de 0,045 m**.

El vuelo no podrá comenzar sin la previa autorización por parte de la Dirección Técnica.

Se entregará la planificación del vuelo en **7 días a partir de la formalización del contrato**.

Deberán prepararse los fotogramas y la información necesaria, para que una vez finalizada la aerotriangulación se pueda publicar lo antes posible el vuelo (y la denominada ortofoto rápida). Esto implicará disponer lo antes posible los fotogramas en formato COG, con la información RGB.

3. APOYO DE CAMPO Y AEROTRIANGULACIÓN

La empresa adjudicataria será la encargada de definir, previa aprobación por parte de la Dirección Técnica, el número de puntos de apoyo totales y los bloques de aerotriangulación necesarios para realizar el trabajo objeto del presente contrato.

Si la empresa adjudicataria tiene bases de datos con puntos de apoyo en el ámbito del trabajo, podrán ser utilizados en el presente trabajo, no siendo necesario tomar nuevos puntos, o únicamente, en los casos que fuera necesario hacerlo. Este punto habrá de contar con el visto bueno de la Dirección Técnica.

Se entregará una memoria específica que recoja las reseñas del apoyo de campo.

4. GENERACIÓN DEL MDE

Se obtendrá una nube de puntos 3D de alta densidad por correlación superdensa de imágenes que permita generar el modelo digital de superficie (MDS), ortofotos verdaderas y escenas 3D de todo el ámbito de trabajo.

Posteriormente, se generará y editará estereoscópicamente y/o mediante técnicas 2.5D, el MDS a partir de la nube de puntos 3D con paso de malla de 1 X GSD para la generación de ortofotos verdaderas y las escenas 3D.

Todos los puntos de la malla tendrán coordenadas X, Y UTM enteras, múltiplos del paso de malla en el Sistema Geodésico de Referencia ETRS89.

5. ORTOFOTOS

Se generarán las ortofotos verdaderas a partir de las imágenes nadirales multiespectrales (RGBI) y del MDS, con resolución radiométrica de 16 bits, en 4 bandas RGBI, con GSD de 5 cm, equilibrado radiométrico de las fotografías aéreas y corrección de incidencias (destellos, manchas, BRDF, Hot Spot…), garantizando continuidad cromática entre ortofotos y preservando el color natural, sin dominante.

5.1. Ejecución de los Trabajos

Se rectificarán los fotogramas correspondientes a partir de los datos del modelo digital de superficie y de los parámetros de orientación de las imágenes. El método de remuestreo será interpolación bilineal o bicúbica (recomendada esta última).

Se **generarán ortofotos** de 4 bandas (RGB+Ir), con una resolución de 5 cm, orientadas al Norte UTM.

La unidad para el **equilibrado radiométrico** será toda la zona de trabajo. Se deberá garantizar continuidad cromática entre todas las hojas que intervienen en el proyecto, *ortofoto continua*, para las 4 bandas suministradas, preservando el color natural sin dominantes.

Se eliminarán de la imagen los efectos producidos por *hot spot, vignetting* y cualquier otro que empeore la calidad de la imagen, como manchas y destellos.

Si se aplica *dodging,* debe ser lo más suave posible para no aplanar la radiometría de la imagen.

Mosaico. Para la realización de las ortofotos de un bloque se utilizarán todos los fotogramas que han intervenido en la aerotriangulación. Se utilizará sólo la parte más central de cada fotograma. De esta forma se minimizan los errores geométricos al tomar la parte central de las imágenes donde los errores del modelo de elevaciones tienen un impacto mucho menor y la imagen está menos distorsionada.

Se recomienda el trazado automático de la línea de mosaico mediante algoritmo de "mínimos cambios radiométricos" con edición manual con el fin de hacer inapreciable la línea de unión entre las imágenes que componen el mosaico.

Las líneas de mosaico empleadas para la colección RGB serán aplicadas a la colección infrarroja.

El mosaico se realizará sin volver a remuestrear ninguna ortofoto: cada píxel del mosaico final ha debido ser interpolado una sola vez en todo el proceso.

Se procurará evitar saturaciones, artefactos, etc. Se buscará la máxima naturalidad de los colores. No se deberá romper la continuidad radiométrica entre ortofotos.

La información del infrarrojo no se verá afectada por estos tratamientos.

En las **zonas de mar**, las áreas sin fotografiar que sean necesarias para completar cada hoja se enmascararán con una textura similar al agua más próxima.

Para realizar el **Corte de imágenes por hojas**, se empleará el rectángulo circunscrito con rebase de 10 metros con respecto a las 4 esquinas teóricas, debiendo ser las coordenadas de las esquinas múltiplos de 10 metros. Se considera esquina superior izquierda de la imagen, la esquina superior izquierda del píxel superior izquierdo.

La distribución 1:1.000 empleada, será la división 40x40 de las hojas MTN50 oficiales en coordenadas UTM (ETRS89). Las mallas de corte serán entregadas por la Dirección Técnica al comienzo de los trabajos.

El **sistema geodésico de referencia**, durante todos los procesos y para todos los productos, será ETRS89.

Formato de los ficheros de salida

1. Imágenes formato TIFF 6 plano (*no Tiled),* sin cabecera GeoTiff, para evitar discrepancias con el TFW correspondiente.
2. Fichero de georreferenciación TFW en ETRS89.
3. Imágenes: COG. Se decidirá junto la Dirección Técnica el porcentaje de compresión de las imágenes y el resto de las características con el fin de disponer de un resultado óptimo.

Se **entregarán** estos productos cortados por hojas 1:1.000, según la distribución comentada anteriormente, y en un mosaico para toda cada una de las entidades urbanas objeto del trabajo.

Se generará una primera versión de la ortofotografía, denominada **ortofoto rápida**, sin resolver las líneas de mosaico entre fotogramas y el resto de las actuaciones para obtener la ortofoto definitiva, que deberá entregarse mosaicada para cada uno de los ámbitos en formato COG (*se definirán las características del mosaico junto con la Dirección Técnica*).

5.2. Precisión geométrica

El **error medio cuadrático** será igual o inferior a 0.1 metros.

Una vez generadas las ortofotos la empresa realizará una comprobación para verificar que la discrepancia entre las coordenadas medidas en las ortofotos de los puntos de aerotriangulación que sean identificables en las imágenes y las obtenidas en el resultado de la aerotriangulación tiene una media cuadrática inferior a 0.1m.

El control de calidad posterior se realizará mediante el levantamiento con GPS de una muestra de puntos sobre algunas zonas de trabajo elegidas al azar, a realizar sobre un 10% de los bloques fotogramétricos.

Criterio de rechazo: detección de problemas en más de un 5% de las ortofotos.

El **error máximo en cualquier punto** será igual o inferior a 0.2 metros en el 95% de los casos. No podrá haber ningún punto con un error superior a 0.4 metros. En puntos bien definidos, la precisión será 1/3 del RMS.

Las **discrepancias máximas entre ortofotos de fotogramas contiguos** serán de **2 píxeles**.

6. ESCENARIOS 3D

Se crearán las escenas 3D en color natural RGB con GSD de 5 cm que permitan visualizar tridimensionalmente cada una de las zonas de trabajo a partir de las imágenes multivista del vuelo y del MDS, simplificando la malla mediante la detección de vértices, aristas y polígonos, homogeneización estándar de la radiometría entre fotogramas y texturizado.

7. ENTREGAS Y PLAZOS

Se deberán generar obligatoriamente, como mínimo, los productos exigidos en este Pliego y su Anexo, con las Especificaciones técnicas PNOA, incluyendo los informes descriptivos, metadatos y cuadros de control de envíos.

Además de estos productos, deberán entregarse también aquellos subproductos empleados en algunos de los procesos y que la Dirección Técnica considere que pueden tener valor. Los formatos serán acordados por la Dirección Técnica de forma que permitan su uso y edición posterior.

Plazos o entregas parciales:

1. En el plazo de 7 días a partir de la firma del contrato se entregará el Plan de Vuelo para la aprobación por parte de la Dirección Técnica.
2. En el plazo de 2 meses desde la captura de los datos del vuelo fotogramétrico 2026, la empresa adjudicataria entregará los datos de este, junto al apoyo de campo y los ficheros de aerotriangulación.
3. Antes de los siguientes 2 meses a contar desde la recepción de los productos del plazo anterior, entrega de las ortofotografías verdaderas generadas en el año 2026 en los formatos establecidos, así como los mosaicos y los escenarios 3D.
4. En el plazo de 1 meses desde el envío del control de calidad por parte de la Dirección Técnica, entrega final de todos los productos del año 2026, una vez subsanadas todas las incidencias detectadas, en caso de que las hubiera, en el mencionado control de calidad. La fecha límite para finalizar todos los trabajos es el 30/12/2026.

Se entregarán **DOS** copias del trabajo perfectamente etiquetadas con todos los productos generados.

Las copias se entregarán en discos externos USB, siempre que la capacidad de estos lo permita. En caso contrario, las copias se grabarán en discos duros SATA, con carcasa compatible con el sistema de discos eSATA del Servicio de Cartografía.

Los discos irán correctamente identificados con el nombre del proyecto y el contenido de cada uno. Las entregas parciales se podrán realizar mediante la transferencia de ficheros por FTP (*File Transfer Protocol*), previo acuerdo con la Dirección Técnica.

La tabla **resumen de los productos a entregar** es la siguiente:

	VUELO FOTOGRAMÉTRICO			
	PRODUCTO	FORMATOS	CARACTERÍSTICAS/REQUISITOS	SISTEMA DE REFERENCIA
☒	Planificación del Vuelo	BBDD Access SHP	1- BBDD con la información de líneas de vuelo, fotogramas y coordenadas de los puntos principales. 2- SHP con las siguientes capas: puntos principales, estaciones de referencia GNSS, Huellas de fotogramas	ETRS89
☒	Gráficos y datos del vuelo	BBDD Access SHP	1- BBDD con la información de líneas de vuelo, fotogramas, coordenadas de los centros de proyección y ángulos de orientación, hoja del MTN50 y nombre del fichero de imagen. 2- SHP con las siguientes capas: puntos principales asociados a la BBDD del vuelo, estaciones de referencia GNSS, Huellas de fotogramas	ETRS89
☒	Gráfico de seguimiento del vuelo	SHP	Se entregará obligatoriamente, con periodicidad semanal, un fichero con la progresión del trabajo realizado	ETRS89
☒	Ficheros GNSS-IMU		- Ficheros RINEX de la estación base de referencia GPS y del receptor conectado a la cámara, con el registro de eventos correspondiente, fichero de registros IMU y ficheros resultantes del procesado GPS-IMU - Ficheros de texto con los registros de la plataforma giroestabilizada	
☒	Fotogramas digitales de 16 bits por banda	TIFF	Fichero de 4 bandas: rojo, verde, azul e infrarrojo cercano	ETR89
☒	Ficheros TFW de georreferenciación de cada fotograma	TFW	Para cada fichero de imagen digital, se calculará un fichero TFW de georreferenciación aproximada del mismo, basándose en los datos GNSS/IMU de vuelo	ETR89
☒	Fotograma georreferenciado de 8 bits por banda	COG	Se entregará una versión de cada fotograma, a plena resolución, con las 4 bandas (RGB+Ir), con 8 bits por banda.	ETRS89
☒	BBDD de datos de estaciones GNSS utilizadas			
☒	Certificado de calibración de las cámaras y objetivos empleados			
☒	Calibración del sistema integrado Cámara Digital GNSS/INSS			
☒	Vectores de excentricidad			
☒	Informe toma de datos GNSS en vuelo			
☒	Informe descriptivo proceso de vuelo			
	PUNTOS DE APOYO			
	PRODUCTO	FORMATOS	CARACTERÍSTICAS/REQUISITOS	SISTEMA DE REFERENCIA
☒	Ficheros GNNS del apoyo	RINEX	'- Fichero de las observaciones brutas GNSS registradas - Ficheros ASCII en formato RINEX	

			- Un fichero para cada vértice REGENTE y cada punto de apoyo	
☒	Cálculo líneas base	ASCII		
☒	Gráficos de apoyo	SHP		
☒	Memoria de las reseñas de los puntos de apoyo y vértices o estaciones de referencia empleadas			
☒	Base de datos de puntos de apoyo			ETRS89
☒	Informe descriptivo del proceso			
	AEROTRIANGULACIÓN			
	PRODUCTO	FORMATOS	CARACTERÍSTICAS/REQUISITOS	SISTEMA DE REFERENCIA
☒	Datos del cálculo		Ficheros de entrada y salida, con toda la información de ajuste, residuos, coordenadas resultantes, etc…	
☒	Gráficos de canevás	SHP	En formato shp con la posición exacta de los puntos del canevás y su número, con representación de huellas de fotogramas, fotocentros, puntos de apoyo, vértices geodésicos utilizados y puntos de paso o enlace	
☒	Base de datos del vuelo aerotriangulado		Parámetros de orientación de los fotogramas (X, Y, Z, Ω, Φ, K) En caso de sensor de barrido, ficheros de soporte, orientación y calibración (*.sup, *.ads, *.odf.adj, *.cam)	
☒	Informe descriptivo del proceso			
	MODELOS DIGITALES DE ELEVACIONES (MDE):			
	PRODUCTO	FORMATOS	CARACTERÍSTICAS/REQUISITOS	SISTEMA DE REFERENCIA
☒	Ficheros nube de puntos de alta densidad	LAS	• Coloreado RGB	ETRS89
☒	Ficheros del MDS alta resolución por hojas 1: 1.000 (Modelo Digital del Terreno)	a) ASCII (XYZ) b) Raster GRID ASCII de Arcinfo c)TIFF y TFW	• Mínimo paso de malla de empleado • Corte de malla PNOA entregado por la Dirección Técnica	ETRS89
☒	Ficheros del MDS por hojas 1: 1.000 (Modelo Digital del Terreno)	a) ASCII (XYZ) b) Raster GRID ASCII de Arcinfo c)TIFF y TFW	• Interpolado del MDS	ETRS89
☒	Líneas de ruptura (breaklines)	DXF Shape de ESRI	• En formato vectorial de líneas y/o polígonos • Diferenciando naturales como artificiales y puentes.	ETRS89
☒	Informe descriptivo del proceso de generación de la nube de puntos	XLS		

☒	Informe descriptivo del proceso de control de calidad de los MDS	XLS		
	ORTOPROYECCIÓN, EQUILIBRADO RADIOMÉTRICO Y MOSAICO			
	PRODUCTO	FORMATOS	CARACTERÍSTICAS/REQUISITOS	SISTEMA DE REFERENCIA
☒	Ortofotos verdaderas RGB+Ir sin comprimir, equilibradas, mosaicadas y cortadas división 1:1.000	TIFF 6 plano	Distribución de hojas 1:1.000 Sin cabecero GeoTIFF 4 BANDAS. RGBI	ETRS89
☒	Ortofotos verdaderas RGB+Ir comprimidas procedentes de las TIFF, cortadas según división 1:1.000 en ortofotos 0,15 m	COG	Distribución de hojas 1:1.000	ETRS89
☒	Mosaico RGB+Ir de cada entorno	COG		ETRS89
☒	Informe descriptivo del proceso Ortofoto	XLS		
☒	Informe descriptivo del proceso de control de calidad de la ortofoto	XLS		
☒	Listado de los ficheros contenidos en cada medio de almacenamiento	Fichero ASCII con detalle de carpetas, subcarpetas y ficheros	Mediante comando MS-DOS: **dir /s > [nombre de fichero].txt** o cualquier otro procedimiento similar	
☒	Líneas de case con Identificación del fotograma y la fecha de vuelo empleada en la generación de la ortofoto	Fichero SHAPE de ESRI ETRS89	Fichero de polígonos sin solape en formato shp, con los atributos asociados del número del fotograma empleado en la generación de la ortofotografía, y la fecha y hora de toma de este.	
	ESCENARIOS HIPERRREALISTICOS 3D			
	PRODUCTO	FORMATOS	CARACTERÍSTICAS/REQUISITOS	SISTEMA DE REFERENCIA
☒	Escenas 3D		Modelos 3D Mesh texturizados. Formatos a concretar con la Dirección Técnica, compatibles con las plataformas de ESRI	ETRS89

7.1. Propiedad de los Trabajos

Tanto la **información auxiliar** entregada a la empresa adjudicataria por parte de la Dirección Técnica, como los **resultados y productos finales** derivados de los trabajos ejecutados por el adjudicatario, son y serán propiedad exclusiva del Gobierno Vasco.

En ambos casos, la empresa adjudicataria no podrá facilitar dicha documentación a terceros ni utilizarla para fines propios sin autorización previa.

En Vitoria – Gasteiz, a 27 de enero de 2026

ANEXO I: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL VUELO FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL MULTIVISTA, ORTOFOTOGRAFÍAS VERDADERAS Y ESCENARIOS 3D DE LAS LOCALIDADES CON MÁS DE 15.000 HABITANTES DEL PAÍS VASCO (2026).

MINISTERIO DE FOMENTO
DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

ANEXO I- Especificaciones Técnicas

PNOA Plan Nacional de Ortofotografía Aérea

Versión 221123 - Adaptación EUSKADI

geo euskadi

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO

LURRALDE PLANGINTZA, ETXEBIZITZA ETA GARRAIO SAILA

DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES

Tamaño de píxel: 0,05 m

Descripción de este documento:

Título	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PNOA ADAPTADAS AL PAÍS VASCO PARA VUELO FOTOGRAMETRICO DIGITAL, ORTOFOTOGRAFÍA VERDADERA y ESCENARIOS 3D
Identificador	PPT_Vuelo_Oblicuo_3D_Anexos.xls
Autor	Equipo Técnico Nacional Equipos Técnicos Autonómicos - Gobierno Vasco.
Fecha	27/01/2026
Tema	Especificaciones Técnicas para el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Estado	Definitivo
Objetivo	Contratación de asistencia técnica para la realización de cobertura de fotografía aérea, ortofotografía verdadea y escenarios 3D de 5 cm de las Localidades con más de 15.000 habitantes del País Vasco (2026)
Descripción	Listado resumido de especificaciones de obligado cumplimiento por los organismos participantes y las empresa contratistas en la realización de los trabajos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Instituciones colaboradoras	Instituto Geográfico Nacional (IGN) / Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) (Mº Fomento) Equipos Técnicos de las Comunidades Autónomas Dirección General de Catastro (Mº Economía y Hacienda) Tragsatec Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA) Dirección General para la Biodiversidad (Mº de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) Dirección General del Agua (Mº de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)
Difusión	Equipos Técnicos de las Comunidades Autónomas Equipos Técnicos de los organismos de la AGE participantes Empresas contratistas
Documentos relacionados	Pliego de condiciones técnicas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Período de validez	2022 y posterior, hasta su sustitución por una nueva versión
*Adaptación EUSKADI	Los items indicados con * han sido adaptados a las necesidades específicas de la Dirección de Planificación Territorial del Gobierno Vasco.

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
0.		**SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA**		
	a*	Sistema Geodésico de Referencia en la Península, Baleares, Ceuta y Melilla	**ETRS89**	Todo el trabajo se realizará en ETRS89, basándose exclusivamente en la Red GPS/GNSS de Euskadi (www.geo.euskadi.eus) o vértices REGENTE de la Red Geodésica Nacional
	b*	Sistema Geodésico de Referencia en Canarias	NO APLICA	
	c	Altitudes elipsoidales	**Se utilizarán únicamente alturas elipsoidales referidas a GRS80 en todos los procesos de cálculo de la fase de vuelo**	
	d	Transformaciones de **altitudes elipsoidales a ortométricas**	Se realizarán utilizando el modelo de geoide que suministrará el Instituto Geográfico Nacional (EGM2008-REDNAP)	
	e	Proyección cartográfica	**UTM**	Referido al **huso** correspondiente a cada zona
	f	Huso UTM a emplear	30	
1.		**VUELO FOTOGRAMÉTRICO**		
1.1.		**Cámara fotogramétrica y equipos auxiliares**		
	a*	Cámara	**Fotogramétrica digital (matricial)**	En las ofertas, **se especificarán detalladamente las cámaras (marca y modelo) y accesorios** (sensores, conos, plataformas, etc…) que se utilizarán en los trabajos
	a'	Cámaras para fotografías aéreas	**Al menos 4 (anterior, posterior, izquierda y derecha)**	Se garantizará que para cada punto del terreno, se obtendrán fotos oblicuas desde múltiples puntos de vista. Tendrán las características ópticas, métricas y la resolución necesaria para la visualización digital de una escala 1:500 y la medición de dimensiones verticales con un error inferior a 0,10 m
	b	Formato de los fotogramas	La imagen nadiral **pancromática vertical** de dimensiones de al menos 20.000 x 14.000 píxeles. La imagen **multiespectral** vertical de al menos 12.000 x 8.000 píxeles y la **multiespectral oblicua** de la menos 14.000 x 10.000 píxeles	
	c*	Campo de visión transversal (FOV)	**Mayor de 20º y menor de 60º sexagesimales.**	Las focales deben garantizar una configuración equilibrada entre una buena capacidad estéreo general y un reducido nivel de oclusiones tanto en nadirales como en oblicuas, de cara, también, a su uso en salidad 3D.
	d	Calibración de la cámara	antigüedad ≤ **24 meses**	Realizada por el **fabricante** de la cámara ó **centro autorizado** por el mismo Las empresas licitantes **entregarán copia de los certificados de calibración con las ofertas**
	e	Control automático de la exposición	**obligatorio**	
	f	Resolución espectral de los sensores	**- Nadirales:** 1 banda situada en el pancromático, y al menos 4 bandas situadas en el rojo, verde, azul e infrarrojo cercano (RGBI) - **Oblicuas:** al menos 3 bandas situadas en el rojo, verde y azul (RGB)	
	g	Resolución radiométrica	**De al menos 12 bits por banda**	
	h	Sistema FMC	**En las cámaras de formato matricial**, será obligatorio. Se admitirá la compensación del avance del avión por medio de TDI (Time Delay Integration) u otros métodos previa consulta y aceptación por parte de la dirección técnica	FMC: Forward Motion Compensation
	i	Plataforma giroestabilizada automática	Uso obligatorio	Según instrucciones del fabricante de la cámara
	j	Ventana fotogramétrica	- Cristales que cumplan con las recomendadiones del fabricante de la cámara (espesor, acabado y material). - Con sistema amortiguador que atenúe las vibraciones del avión. - Que no obstruya el campo de visión para el FOV definido y la montura empleada.	Según instrucciones del fabricante de la cámara

	k	Sistema de navegación basado en GNSS	Uso obligatorio - Equipo de GNSS doble frecuencia de al menos 1 ó 2 Hz con capacidad de recepción, al menos, de constelaciones GPS, GLONASS y GALILEO - Sincronizado con la cámara mediante el registro de eventos	Debe permitir: - planificar el vuelo, determinando los centros de fotos - navegación en tiempo real - control automático de disparo - registro de eventos - registro de datos de captura de cada imagen En las **cámaras matriciales** en caso de **la solución GNSS no sea absoluta**, será necesaria la realización de **pasadas transversales** de modo que queden garantizadas las precisiones de aerotriangulación definidas en el apartado correspondiente de estas especificaciones
	l	Sistema inercial (IMU/INS)	Uso obligatorio - Frecuencia de registro de datos ≥ 200 Hz - Deriva < 0,1º / hora	Debido a la obligatoriedad del uso de sistemas IMU / INS, no será necesario realizar pasadas transversales En las cámaras matriciales **en caso de fallo del sist. Inercial durante el vuelo**, será necesaria la realización de **pasadas transversales** de modo que queden garantizadas las precisiones de aerotriangulación definidas en el apartado correspondiente de estas especificaciones
1.2.		**Vuelo y cobertura fotográfica**		
	a	Planificación del vuelo	La empresa adjudicataria entregará, en los **7 días posteriores a la formalización del contrato**, la **planificación del vuelo** para su **aprobación** por parte de la Dirección Técnica.	La **Dirección Técnica** podrá hacer **observaciones** a dicha **planificación.** Se deberán indicar las estaciones de referencia GNSS a utilizar durante el vuelo.
	b	Fechas	- El vuelo no podrá comenzar **sin la previa autorización por parte de la Dirección Técnica.** La empresa adjudicataria dispondrá de **7 días hábiles para iniciar los trabajo**s, una vez aprobada la planificación e inicio del vuelo. En caso de no ser posible por causas ajenas a al empresa adjudicataria, deberá justificarse. '- Antes del **15 de octubre de 2024** deberá finalizarse la fase de vuelo. Con el fin de poder asegurar una altura solar ≥ 40º '- Un vez finalizado el vuelo se dispondrá de 3 meses para generar todos los productos derivados del presente contrato, siendo la fecha límite para finalizar el **30 de diciembre de 2026.**	La dirección técnica determinará el rango de fechas óptimas y el de fechas aceptables para cada zona de vuelo en función de las condiciones agroclimáticas y fenológicas de dicha zona
	c	Horario	Tal que la altura del Sol sobre el horizonte sea **≥40 grados sexagesimales** Las zonas de **acantilados de más de 5m de altura**, el vuelo únicamente se podrá realizar, en los acantilados orientados al **Este por la mañana** y en los orientados al **Oeste por la tarde**, al objeto de no producir sombras que dificulten o impidan la interpretación de los fotogramas. En los acantilados **orientados al Norte** se tendrá en cuenta la inclinación del sol de tal forma que en los fotogramas aparezcan mínimamente las sombras arrojadas por dichos acantilados. El vuelo deberá realizarse **en horas próximas a la bajamar**, en la franja horaria comprendida entre las 2 horas anteriores y 2 horas posteriores a la bajamar de la zona. Para determinar la hora de la bajamar deberán consultarse las tablas de mareas oficiales para los puertos incluidos en la zona de trabajo.	**Evitar horas** que propicien **reflexiones especulares** y **"hot spot"** en la zona útil de cada fotograma
	d	Condiciones meteorológicas	- Tiempo **claro,** sin nubes, niebla, bruma, nieve, zonas inundadas y en general cualquier condición meterológica adversa - **Evitar vuelos al mediodía en julio y agosto** en días de "calima"	
	e*	Tamaño de píxel y altura de vuelo	Se realizará cada pasada a una altura de vuelo tal que se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes: 1) El tamaño de pixel medio para toda la pasada será de **0,045** m +/- 10 % 2) No habrá mas de un 2**0%** de fotogramas en cada pasada con píxel medio del fotograma mayor de **0,05** m.	En **zonas montañosas** estos porcentajes se podrán variar, siempre previa aprobación de la planificación de vuelo por la Dirección Técnica y **siempre que el tamaño medio del pixel para toda la pasada, sea de 0,05 m**
	f	Dirección de las pasadas	La dirección de las pasadas será aquella que permita optimizar el vuelo y ajustarse a la orografía del terreno, cumpliendo con las especificaficacioens. Preferiblmente dirección Este - Oeste (siguiendo paralelos). Se podrán proponer otras configuraciones de vuelo diferentes a la Dirección Técnica, la cual decidirá si son viables las propuestas realizadas.	
	g*	Recubrimiento longitudinal	**≥80%**	- Variaciones admitidas **+/-3%** - En ningún caso quedarán **zonas sin recubrir estereoscópicamente**

	h	Recubrimiento transversal	• ≥ **60% calculado individualmente para cada fotograma, con un FOV menor o igual de 65º.** Si es mayor, se considerará un FOV de 65º a efectos de recubrimiento transversal. • En zonas urbanas con edificaciones altas y superficies representativas se aumentará el número de pasadas o se realizarán pasadas int**ercaladas de forma que en ningún punto del fotograma el recubrimiento sea inferior al 60%. La Dirección Técnica aportará los gráficos de dichas superficies.**	No se permitirán discrepancias > 3º entre pasadas consecutivas. Tanto en el caso de tomas verticales como oblicuas.
	i	Longitud máxima de una pasada	Vendrá definida por uno de los siguientes criterios: • Que la longitud no supere la distancia equivalente a **3 hojas** MTN50. • Que el tiempo de vuelo de una misma pasada no supere los **20 minutos**.	No se realizarán pasadas más largas para **evitar variaciones cromáticas** excesivas en los mosaicos y disminuir los efectos de la proyección UTM en el ajuste del bloque. • La distribución de los bloques de vuelo los definirá la EMPRESA ADJUDICATARIA, debiendo presentar obligatoriamente un informe técnico de configuración de bloques, para su aprobación por la DIRECCIÓN TÉCNICA
	j	Pasadas transversales	Debido a la obligatoriedad del uso de sistemas IMU / INS, **no será necesario realizar pasadas transversales** siempre que se utilicen **estaciones de referencia** a distancias <40 km (<70 km si se emplean soluciones VRS) y que la **orientación externa obtenida sea correcta**.	En caso necesario, las pasadas transversales se realizarán de acuerdo con las siguientes indicaciones: • Máximo cada 3 hojas del MTN50. • Añadir las necesarias para "cerrar" toda la zona volada. • Una en el límite del bloque de cambio de Huso UTM.
	k	Pasadas interrumpidas	Deberán conectarse al menos con **4 fotogramas comunes**.	Para garantizar al menos **2 pares estereoscópicos comunes.** Ambas tomas se deberán realizar con la misma cámara.
	l	Pasadas de costa	En zona costera y pendiente acusada se volará una pasada cuyo eje sea exterior a la línea de costa.	
	m	Desviaciones de la trayectoria del avión	**< 50 m** de la planificada	En caso de desviaciones superiores a la indicada, se admitirán siempre que cumplan los requerimientos de estas especificaciones.
	n	Desviaciones de la vertical de la cámara	**< 4º**	grados sexagesimales
	o	Diferencias de verticalidad entre fotogramas consecutivos	**< 4º**	grados sexagesimales
	p	Deriva no compensada	**< 3º**	grados sexagesimales
	q	Cambios de rumbo entre fotogramas consecutivos	**< 3º**	grados sexagesimales
	r	Zona a recubrir	- El exceso transversal mínimo en los límites de la zona de trabajo será la mitad del recubrimiento transversal - Existencia de al menos **2 fotocentros en los principios y finales de pasada** que sobrepasen los límites de la zona de trabajo. - Toda la zona debe quedar cubierta por todas y cada una de las tomas posibles (al menos nadiral, delante, atrás, izquierda y derecha)	- El vuelo cubrirá la zona de interés que indique la Dirección Técnica - Se permitirá que uno de los dos fotocentros de principio y fin de la pasada coincida con el límite de la zona a volar
1.3.		**Toma de datos GNSS en vuelo**		
	a*	Distancia entre receptores	**< 40 km**	Siempre que se garanticen las precisiones en el cálculo de la trayectoria, pudiendo emplear para ello soluciones VRS o PPP
	b*	Estaciones de referencia	Se utilizarán las estaciones de la red de Estaciones GNSS del Gobierno Vasco, u otras estaciones que se encuentren más próximas (a menos de **40** km) previa aprobación de la Dirección Técnica	En caso de utilización de estaciones no permanentes, se enlazará con la Red Regente u otras redes aprobadas por la Dirección Técnica
	c	Precisión de Postproceso de la trayectoria	**EMC ≤ 5 cm (X,Y,Z)**	Precisión absoluta aplicable al cálculo de los centros de proyección del vuelo fotogramétrico. En el caso de que los centros de proyección no hayan podido ser medidos correctamente durante el vuelo, para calcular las coordenadas del centro de proyección de cada fotografía a partir de las coordenadas de la antena, se incorporará el vector excentricidad de la antena (offset) al cálculo de la aerotriangulación.
1.4.		**Procesado de los datos GNSS e IMU**		

	a	Procesado de la trayectoria	Se procesará independiente de forma relativa cada pasada o perfil con el objeto de conseguir la precisión requerida. En el caso de que se opte por un procesado absoluto de la trayectoria de toda la misión, se deberá asegurar que se cumple con la precisión relativa.	
	b	Precisión de las orientaciones externas	• Se determinarán las orientaciones externas (posición y orientación) de cada imagen del cálculo con filtro Kalman de los datos de la trayectoria (posición y velocidad) obtenida del GNSS, del registro de eventos y de los datos de la orientación obtenidos con el sensor IMU de los ángulos corregidos por la plataforma estabilizada, del vector de excentricidad de la antena (offset) y del vector del centro de rotación de la plataforma estabilizada al centro de proyección de la cámara. • **La precisión angular** en la determinación de la actitud para vuelos con GNSS/IMU, no debe conducir a errores angulares superiores a **0,005º (Balanceo y Cabeceo, Roll and Pitch) y 0,008º (Guiñada, Yaw)**, garantizando los siguientes valores **RMS**: • **RMSE (X,Y): 1,5 * GSD (vuelo)**. • **RMSE (Z): 2 * GSD (vuelo)**. • **Libre de Y-Paralajes** (< Tamaño del píxel del sensor).	Las alturas calculadas serán elipsoidales.
1.5.		**Procesado de las imágenes digitales**		
	a	Radiometría	Las imágenes procesadas deben hacer un **uso efectivo de todos los bits** segun la resolución radiométrica de cada cámara, evitando la aparición de niveles digitales vacíos y saturaciones en los extremos del histograma. La valoración de estos parámetros se realizará sobre la **imagen nadiral** reescalada linealmente a 8 bits que mantendrá su aspecto, debiendo ser el número de niveles digitales vacíos inferior al 20% y las saturaciones en lso extremos de cada histograma para cada banda inferiores al 0,1%	- No se requiere la generación de las imágenes TIFF de 8 bits ni su entrega A partir de los ficheros brutos generados por la cámara, se utilizará el formato TIFF sin compresión o con compresión sin pérididdas para todos los procesos intermedios, evitando el uso de otros formatos que puedan introducir degradación de las imágenes, debido a *bugs* u otras causas. Si hay duda sobre este particular, se consultará previamente con la Dirección Técnica.
	b	Orientación de las imágenes.	**Los ficheros TIFF** de las imágenes nadirales mantendrán la orientación original de la toma fotográfica, debiendo contener los ficheros TFW los parámetros de la orientación del fotograma. Las imágenes en formato COG estarán generadas de acuerdo con el TFW anterior. **Si el vuelo se realiza con pasadas dirección Este-Oeste**, para la generación de los ficheros COG, se generarán además otros ficheros TFW que no contengan parámetros de giro, de forma que, en las imágenes en formato COG, **el borde superior será el más próximo al Norte**, debiéndose aplicar un giro de 180º a las imágenes que no cumplan este requisito.El giro será de 180º para evitar que aparezcan cuñas sin imagen en los bordes,	
1.6.		**Productos a entregar**		
	a	Planificación del vuelo	1) Bases de datos Access según el modelo proporcionado por la Dirección Técnica, con la información correspondiente a **líneas de vuelo, fotogramas y coordenadas de puntos principales.** 2) **Fichero shape** generado a partir de la base de datos correspondiente a la **zona de vuelo,** que contenga las siguientes capas: - **Puntos principales**, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo - **Estaciones de referencia GNSS** a utilizar durante el vuelo - **Huellas de fotogramas**, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo.	Se proporcionará una planificación de vuelo con un software específico que programe los centros de todas las imágenes y el resto de las características del vuelo, de acuerdo con las especificaciones del presente pliego.
	b	Gráficos y datos del vuelo realizado	1) Bases de datos según el modelo proporcionado por la Dirección Técnica, con la información correspondiente a líneas de vuelo, fotogramas, coordenadas de los centros de proyeccción y ángulos de orientación, hoja del MTN50, y nombre del fichero de imagen. 2) Fichero shape generado a partir de la base de datos correspondiente a la zona de vuelo, que contenga las siguientes capas: - Puntos principales, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo - Estaciones de referencia GNSS utilizadas durante el vuelo - Huellas de fotogramas, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo.	

	c	Gráfico de seguimiento del vuelo	Se entregará **obligatoriamente con una periodicidad semanal**, un fichero shape que represente la progresión del vuelo realizado.	
	d	Ficheros GNSS-IMU del vuelo originales y procesados	**- Ficheros RINEX** de la **estación base de referencia** GPS y del receptor conectado a la cámara, con el **registro de eventos** correspondiente, fichero de registros IMU y **ficheros** resultantes del procesado GPS-IMU. - Ficheros de texto con los **registros** de la **plataforma giroestabilizada**	- Sincronizados los **tiempos de observación**, con intervalo máximo de 1 segundo - Mediante un informe se indicarán las estaciones de referencia que se han utlizado en cada día de cálculo
	e	Fotogramas digitales en formato TIFF de 16 bits por banda	- **Ficheros nadirales:** de 4 bandas Rojo, Verde, Azul, Infrarrojo cercano, con máxima resolución geométrica, después del "pansharpening" si fuera necesario, en ficheros de 16 bits (unsigned). - **Ficheros oblicuas:** Ficheros de 3 bandas: rojo, verde y azul con máxima resolución geométrica, en ficheros de 8 bits. - Formato TIFF 6 plano (no "Tiled"), sin cabecero GeoTIFF (para evitar discrepancias con el TFW correspondiente)	- Se entregará una copia con las imágenes previas a la realización del pansharpening (imágenes pancromáticas y multiespectrales) y dos copias con las imágenes finales (una vez hecho este proceso)
	f	Ficheros TFW de georreferenciación aproximada de cada fotograma digital de 16 bits	- Para cada fichero de imagen digital **nadiral**, se calculará un fichero TFW de georreferenciación aproximada del mismo, basándose en los datos GNSS/IMU de vuelo (ETRS89). - El tamaño de píxel de cada imagen será el promedio del tamaño de píxel de toda la pasada - La georreferenciación se realizará en proyección UTM, en el huso en el que se encuentre la hoja MTN50 a la que corresponda el fotograma. - El fichero TFW contendrá los parámetros de orientación de la imagen para visualizarla con su orientación correcta	- El cálculo del **TFW aproximado** se realizará teniendo en cuenta la posición (X,Y,Z) del **punto de disparo**, la altitud del **punto nadiral** y el tamaño de píxel
	g	Fotogramas en formato COG georreferenciado de 8 bits por banda	Se entregará una versión de cada fotograma, a plena resolución, con las 4 bandas RGB+Ir, con 8 bits por banda, en formato COG, procedente del fichero TIFF RGBI. El COG estará georreferenciado según un TFW en el que no esté contemplado el ángulo Kappa para evitar la aparición de cuñas blancas en la imagen.	El fichero COG contendrá en la cabecera la información del **sistema geodésico de referencia** (ETRS89) y de la **proyección cartográfica** (NUTM30)
	h	Base de datos de estaciones GNSS utilizadas	Base de datos Access según el modelo que entregará la dirección técnica	
	i	Certificado de calibración de las cámaras y objetivos empleados	Con las ofertas técnicas se entregará una copia - Antes de empezar el vuelo, se entregará una copia y se mostrará el original Que incluya: • Certificado de calibración de la cámara y todos sus objetivos completo y vigente en el momento de la realización del proyecto. • Vectores GNSS - Cámara	
	j	Calibración del sistema integrado Cámara digital GNSS/ INS	Con las ofertas técnicas se entregará una copia - De la calibración del sistema integrado cámara-GNSS/ INS realizado en un polígono de calibración - Parámetros de calibración de los sensores cámara GNSS/ INS durante el proyecto - Parámetros de calibración de los sensores Lidar GNSS/INS durante el proyecto de MDE con LIDAR, en caso de utilizar este sistema	
	k	Vectores de excentricidad	Se suministrará el vector de excentricidad de la antena del receptor con respecto a la cámara, incluyendo un gráfico que muestre la dirección de los ejes	
	l	Informe técnico de la toma de datos GNSS en vuelo	Se entregará un informe técnico metodológico de los trabajos de toma de datos GNSS, en los que se incluirán las especificaciones/recomendaciones del fabricante de hardware y software utilizado	
	m	Informe descriptivo del proceso de vuelo		
2		**APOYO DE CAMPO**		
2.1.		**Instrumentos a emplear**		
	a	Receptores GNSS	Equipos de **doble frecuencia**	
2.2.		**Ejecución de los trabajos**		

	a	Distribución de puntos de apoyo, **si los centros proyectivos se han procesado de manera absoluta**	Apoyo de campo para aerotriangulación con datos GNSS de vuelo sin pasadas transversales: - Puntos dobles en las esquinas del bloque - Un punto de chequeo en cada bloque	Estarán situados fuera de la zona a ortoproyectar para evitar extrapolaciones en la zona de trabajo
	b	Distribución de puntos de apoyo, **si los centros proyectivos se han procesado de manera relativa**	Apoyo de campo para aerotriangulación con datos GNSS de vuelo con pasadas transversales: - Puntos dobles en las esquinas del bloque - Un punto de chequeo en cada esquina de hoja MTN50	Las pasadas transversales se podrán remplazar por cadenas de puntos de apoyo situados en las zonas de solape entre pasadas Estarán situados fuera de la zona a ortoproyectar para evitar extrapolaciones en la zona de trabajo
	c	Distribución de puntos de apoyo, si los centros proyectivos **no se han medido/procesado correctamente** durante el vuelo	**Apoyo convencional**: - **Puntos dobles** en las esquinas del bloque - Un punto por **cada 3 modelos** en la primera y última pasada - Un punto por **cada 5 modelos** en el resto de las pasadas	No aplicable en vuelos con cámara de barrido
	d	Elección de los puntos de apoyo	- Se elegirán detalles que permitan su **identificación inequívoca** en la imagen digital, con un error menor de 1 píxel - Serán detalles tales que la **diferencia de perspectiva** no varíe la posición altimétrica ni planimétrica	
	e*	Estaciones de referencia	**- Exclusivamente** vértices de la Red **REGENTE** del IGN u otras estaciones que hayan sido observadas por método estático, a partir de REGENTE o de redes autonómicas oficiales enlazadas con REGENTE. **- Red GNSS de Euskadi**	- Al **reducir las altitudes**, tener en cuenta que las altitudes de los vértices REGENTE se refieren a la **Cabeza del pilar**, no a la plataforma - Las observaciones que se realicen para establecer enlaces con las redes oficiales, tendrán una duración mínima de 1 hora.
	f	Método de observación de los puntos de apoyo	- Método de posicionamiento **estático rápido**	
	g	Condiciones de observación de los puntos de apoyo	- Líneas base **< 20 km** en 90% de los casos - Número de satélites: **≥ 5** - Precisión en posición **PDOP < 6** - Máscara de elevación **> 15º** sexagesimales - Tiempo de observación **> 10 minutos** - Mínimo de **120 épocas** registradas	Tres coordenadas en posición Condicionado por el método y equipo utilizado, nº y geometría de los satélites
	h	Bases de datos de puntos de apoyo preexistentes	Podrán ser utilizados puntos de apoyo que pertenezcan a bases de datos de organismos cartográficos oficiales, siempre que cumplan las siguientes condiciones: - Que la ubicación de puntos esté de acuerdo con la distribución establecida en este pliego de especificaciones técnicas - Que hayan sido observados mediante técnicas GNSS en ETRS89, cumpliendo con las especifiaciones PNOA	
2.3.		**Precisiones**		
	a	Precisión de las líneas-base	**5 mm ± 1 parte por millón (mm/Km)**	
	b	Precisión de los puntos de apoyo	- Planimetría: **EMC ≤ 0,015 m** - Altimetría: **EMC ≤ 0,015 m**	EMC: Erro Medio Cuadrático La precisión altimétrica está referida a las altitudes elipsoidales
2.4.		**Resultados finales**		
	a	Planimetría	Coordenadas UTM (ETRS89)	
	b	Altimetría	Altitudes **ortométricas**	Ver apartados 1.c y 1.d Para los puntos de apoyo de archivo, se recalcularán las cotas ortométricas con el **nuevo modelo de geoide EGM2008-REDNAP**. Si no se dispone de las alturas elipsoidales, se calcularán éstas previamente a partir de las cotas ortométricas considerando el **modelo de geoide empleado en los cálculos iniciales**.
2.5.		**Productos a entregar**		
	a	Fotogramas pinchados	Fotogramas digitales con: - los puntos de apoyo señalados y **rotulados** - los **vértices REGENTE** rotulados	Se empleará el fotograma nadiral más centrado
	b	Ficheros GNSS del apoyo	- Fichero de las **observaciones brutas** GNSS registradas - Ficheros ASCII en formato **RINEX** **- Un fichero para cada vértice REGENTE y cada punto de apoyo**	No será necesario si se utilizan bases de datos de puntos de apoyo preexistentes

	c	Cálculo líneas base	Fichero **ASCII** con el resultado del cálculo de las líneas base	No será necesario si se utilizan bases de datos de puntos de apoyo preexistentes
	d	Cálculo y compensación de las coordenadas de los puntos de apoyo	Fichero **ASCII**	No será necesario si se utilizan bases de datos de puntos de apoyo preexistentes
	e	Gráficos del apoyo	Gráficos **en formato shp** de los puntos de apoyo y chequeo generado a partir de la bbdd y vértices empleados.	Elementos que deben figurar en los gráficos: - Posición exacta de los **Puntos de Apoyo fotogramétrico** y su número de orden - Posición de los **vértices geodésicos** con su identificador
	f	Reseñas de puntos de apoyo y vértices o estaciones de referencia desde las que se han realizado observaciones	Con los siguientes elementos: - Coordenadas UTM X, Y. Huso cartográfico. - Altura ortométrica y elipsoidal. - Sistema de referencia (ETRS89). - Datos y fotografías del Vértice Geodésico o estación de referencia desde el que se ha realizado la medición (una general y otra de detalle donde se pueda observar la colocación de la antena sobre el pilar). - Fotografías del punto de control levantado. - Altura de antena y del elemento observado. - Croquis de campo del elemento.	
	g	Base de datos de puntos de apoyo	Según modelo que proporcionará la dirección técnica	Está integrada en una tabla incluída en la base de datos de aerotriangulación
	h	Informe descriptivo del proceso de apoyo de campo		
3		**AEROTRIANGULACIÓN**		
3.1.		**Ejecución de los trabajos**		
	a	Método	Obligatoriamente digital, utilizando parámetros GNSS / IMU de vuelo - Sistema de referencia altimétrico: se utilizarán exclusivamente cotas ortométricas, tanto en el proceso de cálculo como en los resultados finales	
	b	Medición de puntos de enlace	Mínimo **12 puntos de enlace** en cada modelo (2 en cada zona de Von Grüber)	Garantizando que **al menos 1 punto** de cada zona de solape transversal que enlace modelos enlace también pasadas
	c	Ajuste del bloque	**Ajuste simultáneo por haces de rayos, con parámetros GNSS / IMU y autocalibración**	
	d	Zona a recubrir	Se aerotriangularán todos los fotogramas del vuelo	Los **expedientes de contratación** detallarán exactamente las zonas a aerotriangular
	e	Puntos de chequeo	Como comprobación del cálculo de la aerotriangulación, se incluirán puntos de chequeo de precisión al menos 1/3 del EMC final del producto, pudiendo incluirse los vértices geodésicos de la red de orden inferior (ROI), a los que habrá que transformar previamente sus coordenadas ED50 a ETRS89.	
	f	Desviación estándar a priori de los puntos de apoyo y centros de proyección	La desviación estándar a priori de los P.A se establecerá entre 1/3 y 1/2 del tamaño del píxel. La desviación estándar a priori de los Centros de Proyección se establecerá entre **0,10** m y **0,15** m.	
3.2.		**Precisiones**		
	a	Precisión interna del ajuste del bloque	**EMC ≤ 1/2 del tamaño del píxel del sensor (micras)**	
	b	Precisión planimétrica final	**EMC ≤ GSD (metros)**	GSD: Ground Sample Distance (tamaño del píxel en el terreno -metros-)
	c	Precisión altimétrica final	**EMC ≤ GSD (metros)**	
	d	Residuo máximo en los puntos de control	**≤ 1,5 veces el GSD**	
3.3.		**Productos a entregar**		
	a	Datos del cálculo de la aerotriangulación	Ficheros de **entrada** y **salida** del cálculo	Con toda la información de ajuste, residuos, coordenadas resultantes, etc…
	b	Gráficos del canevás	**En formato shp** con la posición exacta de los puntos del canevás y su número, con representación de huellas de fotogramas, fotocentros, puntos de apoyo, vértices geodésicos utilizados y **puntos de paso o enlace**	

	c	Base de datos del vuelo aerotriangulado	Parámetros de orientación de los fotogramas (X, Y, Z, Ω, Φ, K) En caso de sensor de barrido, ficheros de soporte, orientación y calibración (*.sup, *.ads, *.odf.adj, *.cam)	Según **criterio de signos** y **orígenes y formato** que entregará la dirección técnica
	d	Informe descriptivo del proceso de aerotriangulación		
4		**MODELOS DIGITALES DE ELEVACIONES (MDE)**		
4.1.		**Nube de puntos 3D**		
	a	Objetivo	Obtener una nube de puntos de alta densidad que permita generar modelo digital de superficies (MDS), ortofoto verdadera y escenas 3D	
	b	Obtención de un nube de puntos	Se obtendrá por correlación estereoscópica de alta densidad	
	c	Resolución de la nube de puntos	Un punto por píxel (precisión geométrica muy alta)	
	d	Precisión altimétrica	EMS ≤ 3 x GSD m	
	e	Zona de trabajo	Se obtendrá la nube de puntos de alta densidad de toda la zona de trabajo	
	f	Corte de ficheros	El corte de ficheros se realizará de acuerdo con cuadrados UTM de 1x1 km, conforme a la cuadrícula CUTM 1km	
	g	Versión de los ficheros LAS	Se utilizará la versión 1.4 formato 8 del formato LAS	
4.2.		**Modelo Digital de Superficie para Ortofoto Verdadera (MDS)**		
	a	Objetivo	Obtener un modelo a partir del cual se obtengan unas **ortofotos verdaderas correctas geométricamente**, incluso en las carreteras, viaductos, etc. Y escenas 3D hiperrealistas	
	b	Método de obtención	A partir de la nuebe de puntos de alta densidad	
	c	Resolución del MDS de alta densidad	0,05m x 0,05m	
	d	Edición de la malla	Se editarán aquellas zonas donde la correlación no ofrezca los resultados esperados en la generación de ortofotos verdaderas o las escenas 3D, especialmente en elementos lineales (puentes, viaductos, edificaciones), láminas de agua, zonas sin información, zonas de cambios de pendiente,... introdución líneas de ruptura naturales y artificiales si se requiere	
	e	Simplificación geométrica de la malla	Se hará una simplificación de la malla basada en la detección de planos	
	f	MDS en formato GRID	Se procederá a obtener el MDS de malla regular mediante interpolación del MDS de alta densidad. El paso de malla del MDS será de 0,5m x 0,5m	
	g	Precisión de los MDS: error medio cuadrático	EMSZ ≤ 3 x 0,05 m	
	h	Precisión de los MDS: error máximo	EMAXz ≤ 6 x 0,05 m en el 95% de los casos No podrá haber ningún punto con un error superior a 0,60 m	
	i	Corte de ficheros	El corte de ficheros se realizará de acuerdo con cuadrados UTM de 1x1 km, conforme a la cuadrícula CUTM 1km	
4.3.		**Productos a entregar**		
	a	Ficheros de la nube de alta densidad	Formato LAS incluyendo información RGB (coloreado)	

	b	Ficheros del MDS de alta resolución	MDS en formato ASCII (XYZ), Raster GRID ASCII de ArcInfo, TIFF + TFW Paso de malla de 0,05m x 0,05m Líneas de ruptura artificiales en formato shp	Grid interpolado editado, ajustado a las líneas de ruptura naturales del terreno y que además incorpora la información altimétrica del terreno Todos los puntos de la malla tendrán coordenadas X,Y UTM enteras, múltiplos del paso de malla.
	c	Ficheros del MDS	MDS en formato ASCII (XYZ), Raster GRID ASCII de ArcInfo, TIFF + TFW Paso de malla de 0,5m x 0,5m	Grid interpolado del MDS de alta resolución. Todos los puntos de la malla tendrán coordenadas X,Y UTM enteras, múltiplos del paso de malla.
	d	Líneas de ruptura	DXF y SHP	
	e	Informe descriptivo del proceso de generación de MDE		
5.		**ORTOFOTO VERDADERA**		
5.1.		**Ejecución de los trabajos**		
	a	Método	Flujo de trabajo **digital**	- Generado a partir del MDS y de los fotogramas nadirales del vuelo - Interpolación bilineal ó bicúbica - Ortorectificación de las imágenes nadirales de 4 bandas
	b	Ortofotos a generar	- Ortofotos verdaderas 4 bandas RGBI	
	c	Tamaño de píxel	**0,05 m**	
	d	Profundidad de color	16 bits por banda	
	e	Orientación de las imágenes	**Norte UTM**	
	f	Equilibrado radiométrico	- **Unidad** para el equilibrado: **zonas de trabajo** - Se deberá garantizar **continuidad cromática entre todas las hojas de las zonas de trabajo** (**"ortofoto continua**"), preservando el color natural sin dominantes. - Se eliminarán de la imagen los efectos producidos por "hot spot", vignetting y cualquier otro que empeore la calidad de la imagen - **No se admitirán imágenes que tengan una saturación superior a 0,5% para cada banda en los extremos del histograma**	- Si se aplica "**dodging**", debe ser **lo más suave posible para no "aplanar" la radiometría** de la imagen
	g	Mosaico	**- P**ara la realización del mosaico, se utilizará sólo la parte central de cada una - Se recomienda el **trazado automático de la línea de mosaico** mediante algoritmo de "**mínimos cambios radiométricos**" con edición manual. - En ningún caso, la línea de corte pasará por encima de las edificaciones.	El mosaico se realizará **sin volver a remuestrear ninguna ortofoto**: cada píxel del mosaico final ha debido ser interpolado una sola vez en todo el proceso.
	h	Zonas censuradas por motivos de seguridad militar	Las zonas eliminadas por la censura se enmascararán con un color sintético liso igual a la media del entorno **o por un degradado de forma que no puedan apreciarse los detalles de la zona cesurada**	
	i	Zonas de mar	- No se enmascará ninguna parte de las fotos existentes - Las zonas sin fotografiar se enmascarán con un color liso similar al agua más próxima	
	j*	Corte de imágenes por hojas	- Según distribución de hojas **1:1.000**. - **Rectángulo** circunscrito con **rebase de 10 metros** con respecto a las 4 esquinas teóricas, debiendo ser las coordenadas de las esquinas **múltiplos de 10 metros.** **-** Se considera **esquina** superior izquierda de la imagen, la **esquina** superior izquierda **del píxel** superior izquierdo.	La distribución 1:1.000 empleada será la división en 40 x 40 de las hojas MTN50 oficiales en coordenadas UTM (ETRS89 ó REGCAN95)
	k	Sistema geodésico de referencia	**Las ortofotos serán generadas en ETRS89 incluidos los mosaicos finales**	
5.2.		**Precisión geométrica**		
	a	Error medio cuadrático	**≤ 0,10 m**	El control se realizará mediante el levantamiento con GNSS de una muestra de puntos sobre algunas zonas de trabajo elegidas al azar, a realizar sobre un 10 % de los bloques fotogramétricos. Criterio de rechazo: detección de problemas en más de un 5 % de las ortofotos
	b	Error máximo en cualquier punto	**≤ 0,20 m** en el 95% de los casos No podrá haber ningún punto con un error superior a **0,40 m**	**En puntos bien definidos con precisión 1/3 del EMC**

	c	Discrepancias máximas entre ortofotos de fotogramas contiguos	**2 píxel**	
5.3.		**Productos a entregar**		
	a*	Ortofotos RGBI sin comprimir, equilibradas radiométricamente, mosaicadas y cortadas según división de hojas 1:1.000	Formato **TIFF 6 plano (no "Tiled"), sin cabecero GeoTIFF (para evitar discrepancias con el TFW correspondiente)**	
	b	Mosaico de todo el ámbito objeto del trabajo	Se realizará un mosaico completo del ámbito de la ortofoto en formato COG, con tamaño de pixel ≤ 0,05 m.	
	c	Fichero TFW en ETRS89 de cada TIFF RGBI	**La esquina superior izquierda del píxel superior izquierdo de cada hoja tendrá obligatoriamente coordenadas UTM (ETRS 89) exactas, múltiplo de 10 metros.**	- Las coordenadas que deben figurar en el fichero TFW serán múltiplos de 10 m con un incremento de **+ 1/2 píxel en x** y **-1/2 píxel en y** ya que se refieren al centro del píxel. De esta forma, los múltiplos enteros de 10 m corresponderán a la esquina superior izquierda del píxel. - En el fichero TFW se añadirá al final una **línea de comentario** donde se indique el **sistema de referencia** al que corresponde.
	d	Líneas de mosaico	En formato DXF con un texto interior que identifique el fotograma	
	e	Informe descriptivo del proceso de generación de ortofotos		
6.		**ESCENARIOS 3D**		
6.1.		**Ejecución de los trabajos**		
	a	Objetivo	Obtener un escenario 3D que permita visualizar tridimensionalmente la zona de trabajo	
	b	Método de obtención de las escenas 3D	A partir de las imágenes del vuelo y del modelo digital de superficies de alta densidad (MDS)	
	c	Zona a recubrir	Se obtendrá la escena 3D de toda la zona de trabajo	
6.2.		**Malla teselada**		
	a	Simplificación geométrica de la malla	Se hará una simplificación de la malla basada en al detección de vértices, aristas y polígonos	
	b	Ecualización del color y texturizado	Homogeneización estándar de la radiometría entre fotogramas de las distintas vistas y texturizado de la malla	Con el fin de homogeneizar la radiometría entre los diferentes fotogramas
	c	Edición de la malla	Se rellenarán automáticamente los agujeros pequeños	
	d	Representación de regiones sin textura	Se rellenarán automáticamente pequeñas y medianas regiones no texturizadas por limitaciones del vuelo o del MDS	Se empleará información de teselas vecinas
	e	Resolución del modelo 3D	Igual al GSD de las imágenes de entreda	
	f	Retoques	A nivel de textura y geometría	Se realizarán retoques para corregir las escenas 3D allí donde se detecten errores. Los errores no justificables pueden requerir de uan edición del MDS o de la orientación de las imágenes.
6.3.		**Productos a entregar**		
	a	Escenas 3D teselas y Paquete de Escenas	Se entregarán las escena 3D en los formatos que se acuerde con la Dirección Técnica	Han de ser compatibles con la publicación de escenas de *Portal for ArcGIS versión 11.3*
7.		**GRABACIÓN Y ARCHIVO DE PRODUCTOS**		
7.1.		**Ejecución de los trabajos**		
	a*	Grabación productos y documentos	Se entregarán **DOScopias** de cada producto perfectamente etiquetadas. Cada copia se realizará en un disco independiente Las marcas de los discos deberán ser iguales para todas las copias.	Los discos irán identificados con el nombre del proyecto y el contenido de cada uno. - Las entregas parciales se podrán realizar mediante la transferencia de ficheros por FTP (File Transfer Protocol) previo acuerdo con la Dirección Técnica
	b	Almacenamiento de los ficheros de proyecto	La empresa adjudicataria deberá guardar los ficheros del proyecto durante todo el período de garantía, por si fuera necesario rehacer alguna fase de los trabajos.	

	c*	Número de copias	- Se entregarán **DOS copias de cada producto**, perfectamente etiquetados. Las marcas de los discos deberán ser iguales para las copias completas.	
	d	Medios y estructura de almacenamiento	Los productos y documentos serán grabados de acuerdo con la estructura de archivo que aparece en el documento **"Nomenclatura de carpetas y ficheros"** (Carpetas / Subcarpetas / Ficheros) facilitado por la Dirección Técnica	
	e	Entregas parciales	La empresa entregará a la Dirección Técnica con una **periodicidad semanal**, todos los productos que hayan sido generados en este período de tiempo. En caso de que por circunstancias meteorológicas o de cualquier otro tipo no se haya generado ningún producto, la empresa informará y **justificará documentalmente** esta circunstancia a la Dirección Técnica. Si la entrega parcial se realiza a través de **ftp**, los productos aportados **no podrán ser modificados** sin autorización de la Dirección Técnica.	Se remitirá el **cuadro de control de envío de productos** acompañando a cada entrega que se realice
	f	Nomenclatura de ficheros	Todos los ficheros a entregar deberán cumplir la nomenclatura detallada en el documento "**Nomenclatura de carpetas y ficheros.xls**" facilitado por la Dirección Técnica	
7.2.		**Productos a entregar**		
	a	Listado de los ficheros contenidos en cada medio de almacenamiento	Según detallará la Dirección Técnica	
	b	Informe descriptivo del proceso de archivo		
8.		**CONTROL DE CALIDAD**		
8.1.		**Ejecución de los trabajos**		
	a	Control de calidad de los trabajos realizados	Se garantizará que los procesos de trabajo y los productos generados cumplen con las presentes especificaciones técnicas, debiéndose realizar un control de calidad que consiga estos objetivos documentándolo adecuadamente.	
8.2.		**Productos a entregar**		
	a	Informe descriptivo del proceso de control de calidad		
9,.		**ENVÍO DE PRODUCTOS**		
9.1.		**Productos a entregar**		
	a	Informe descriptivo del envío de productos		